

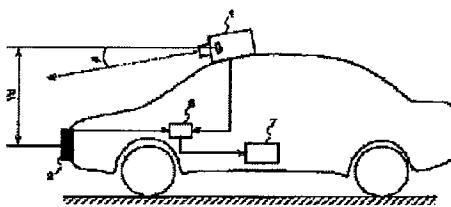
AUTOMOBILE TRAVELING SUPPORTING DEVICE

Publication number: JP11016099
Publication date: 1999-01-22
Inventor: NISHIMURA YUTAKA; TAKENAGA HIROSHI; KURODA KOJI; OYAMA TAKASHIGE
Applicant: HITACHI LTD
Classification:
- international: G08G1/16; B60W30/00; G01S13/93; G08G1/16;
B60W30/00; G01S13/00; (IPC1-7): G08G1/16;
G01S13/93
- European:
Application number: JP19970171465 19970627
Priority number(s): JP19970171465 19970627

[Report a data error here](#)

Abstract of JP11016099

PROBLEM TO BE SOLVED: To scan the advancing direction of a car at a wide angle and to surely detect the position of an obstacle even at night or in fog or rain by superimposing image information obtained by an infrared sensor and distance and direction information obtained by a radar inside an electronic circuit. SOLUTION: The infrared sensor 1 photographs the images in a certain direction outside of the present car. The radar 2 emits radio waves in the direction where the infrared sensor 1 performs photographing, receives reflected waves from an object and detects a distance and the direction to the object. An obstacle detection circuit 6 superimposes the information obtained by the infrared sensor 1 and the information obtained by the radar 2 inside the electronic circuit and judges whether or not the object obtained from the radar 2 is a warm point on the images of the infrared sensor 1. Then, based on the result, whether or not the warm point is the obstacle for the traveling of the present car is judged. By combining a radar range finder and the images, the distance to all the photographed objects, the direction and a relative speed with the present car is obtained.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(51) Int.Cl.⁶
G 0 8 G 1/16
G 0 1 S 13/93

識別記号

F I
G 0 8 G 1/16
G 0 1 S 13/93

C
Z

審査請求 未請求 請求項の数11 O.L (全 17 頁)

(21)出願番号 特願平9-171465
(22)出願日 平成9年(1997)6月27日

(71)出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(72)発明者 西村 豊
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内
(72)発明者 武長 寛
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内
(72)発明者 黒田 浩司
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内
(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54)【発明の名称】自動車走行支援装置

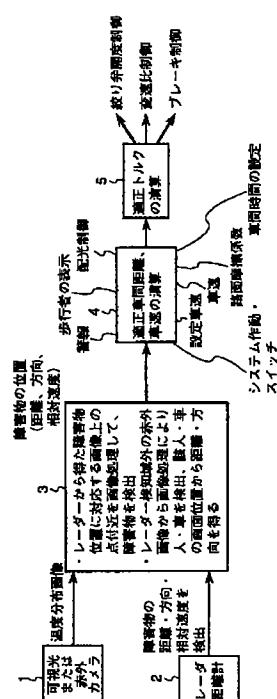
(57)【要約】

【課題】自車の前方車両、歩行者までの距離を高速かつ確実に検出して、警報、ブレーキ制御により衝突回避を図る。

【解決手段】車の進行方向の赤外画像を撮影する赤外センサと該進行方向の障害物までの距離、方向を検出するレーダ距離計を備え、該距離計で検出した障害物位置を赤外センサ画像面へ重ねた結果から該障害物を検出する。

【効果】レーダ、赤外カメラ共に昼夜、霧中で測定可能である。両者の対応関係を取ることにより誤検出を低減でき、自動車の衝突防止のためのドライバ視覚支援装置として効果を持つ。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】自車外のある方向の画像を撮影する赤外センサと、
前記赤外センサが撮影する方向へ電波を発射し、物体からの反射波を受けて前記物体までの距離と方向とを検出するレーダと、
前記赤外センサで得られ情報と前記レーダで得られた情報とを電子回路内で重ね合わせ手段と、
前記レーダから得た物体が前記赤外センサの画像上の温点であるか否かを判断する判断手段と、
前記判断手段の結果に基づいて、前記温点が自車の走行上の障害物か否かを判断する障害物判断手段と、を備えた自動車走行支援装置。

【請求項 2】請求項 1において、

前記重ね合わせ手段は、前記レーダで検出された物体までの距離と方向と、自車に搭載された前記赤外センサの路面に対する高さと角度とを用いて、前記レーダで検出された物体の位置に対応する前記赤外センサの画像上の座標値を求める特徴とする自動車走行支援装置。

【請求項 3】請求項 1において、

前記判断手段の結果、温点を持たないと判断された物体が自車の走行上の障害物であるか否かを判断する第 2 の障害物判断手段と、
前記障害物判断手段または前記第 2 の障害物判断手段の結果により警報を発生する手段と、を備えたことを特徴とする自動車走行支援装置。

【請求項 4】自車外のある方向の画像を撮影する撮影装置と、

前記撮影装置が撮影する方向へ電波を発射し、物体 1 からの反射波を受けて前記物体 1 までの距離 1 と方向 1 を検出するレーダと、

前記レーダで検出された前記物体 1 の前記距離 1 と前記方向 1 に対応する前記画像上の点の周辺を部分的に画像処理して、前記物体 1 を判別し、前記物体 1 の前記画像上の座標値 1 を得る手段と、

前記撮影装置で撮影された画像の前記レーダ検知域外を画像処理して、そこにある物体 2 を判別し、前記物体 2 の前記画像上の座標値 2 を得る手段と、

前記物体 1 の前記距離 1 と前記方向 1 と前記座標値 1 の関係を用いて、前記座標値 2 から前記物体 2 の距離 2 と方向 2 を求める手段と、を備えた自動車走行支援装置。

【請求項 5】請求項 4において、

前記画像処理は、画像中の物体を長方形で近似して、前記物体までの距離と前記長方形の縦横比から、前記物体が四輪車、二輪車、人のいずれであるかを判断する手段を備えたことを特徴とする自動車走行支援装置。

【請求項 6】請求項 1 記載の自動車走行支援装置と、前記障害物判断手段の結果により、駆動力またはブレーキ力を制御する手段と、を備えた自動車。

【請求項 7】自車外のある方向へ電波を発射し、物体からの反射波を受けて前記物体までの距離と方向とを検出するレーダと、

前記レーダの情報から検出物体と自車との相対速度を得る手段と、

前記相対速度と自車の車速を比較して、前記検出物体が自車と同一方向または逆方向に移動する物体、または静止物体の何れであるかを判断する手段と、

自車と同一方向に移動する物体の位置または逆方向に移動する物体の位置または静止物体の位置から走行可能路を判断する手段と、を備えた自動車走行支援装置。

【請求項 8】自車外のある方向の画像を撮影する撮影装置と、

前記撮影装置が撮影する方向へ電波を発射し、物体 1 からの反射波を受けて前記物体までの距離 1 と方向 1 を検出するレーダと、

前記レーダで検出された前記物体 1 と自車との相対速度 1 を得る手段と、

前記レーダで検出された前記物体 1 の前記距離 1 と前記方向 1 に対応する前記画像上の点の周辺を部分的に画像処理して、前記物体 1 を判別し、前記物体 1 の前記画像上の座標値 1 を得る手段と、

前記画像の前記レーダ検知域外を画像処理して、そこにある物体 2 を判別し、前記物体 2 の前記画像上の座標値 2 を得る手段と、

前記物体 1 の前記距離 1 と前記方向 1 と前記座標値 1 の関係を用いて、前記座標値 2 から前記物体 2 の距離 2 と方向 2 を求める手段と、

前記レーダ検知域外の前記物体 2 位置のフレーム毎の変化から自車との相対速度 2 を得る手段と、

前記相対速度 1 または前記相対速度 2 と自車の車速を比較して、前記物体 1 または前記物体 2 が自車と同一方向または逆方向に移動する物体、または静止物体の何れであるかを判断する手段と、

自車と同一方向に移動する物体の位置と逆方向に移動する物体と静止物体の位置から走行可能路を判断する手段と、を備えた自動車走行支援装置。

【請求項 9】自車外のある方向の画像を撮影する撮影装置と、

前記撮影装置が撮影する方向へ電波を発射し、物体からの反射波を受けて前記物体までの距離と方向とを検出するレーダと、

前記レーダで検出された物体の距離と方向とに対応する前記画像上の点の周辺を部分的に画像処理して、前記物体を判別し、前記物体の前記画像上の座標値を得る手段と、

前記物体の前記距離と前記方向と前記座標値との関係から、路面傾斜を求める手段と、を備えた自動車走行支援装置。

【請求項 10】2ヶ以上の送信アンテナから互いに異なる

る方向に時分割で電波を送信して、各送信アンテナから障害物までの少なくとも距離と方向を計測する前記レーダを備えたことを特徴とする請求項1から9のいずれか記載の自動車走行支援装置。

【請求項11】前記赤外センサはフード部を車室外に設け、前記フード部以外は車室内に設けることを特徴とする請求項1から6のいずれか記載の自動車走行支援装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は自動車運転支援装置、特に自車前方の車両、歩行者等の障害物を検出して、該障害物との衝突を回避する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】レーザレーダと画像情報を用いた自動車の衝突回避技術が開示されている（三菱電気技報、Vol.70, No.9, p13～P16）。レーザレーダは前方車両までの距離と方向を、CCDカメラ（画像情報）が白線（車線）を検出して走行レーンを認識し、自車の走行レーンにある前方車両に近づき過ぎる恐れがある場合に、絞り弁を閉じたり、変速機をシフトダウン、さらに警報を発して運転者に注意を促すものである。

【0003】しかし、レーザレーダは、雨、霧等の環境下ではレーザ光が遮られ、距離の測定が不可能になる課題がある。一方、ミリ波、マイクロ波を使った距離計は、レーザより波長が長いので、雨、霧の環境に強い反面、レーザのようにビームを絞り走査することが実用上困難で、画像情報が得られず、直線路における車間距離が測定できるのみであった。

【0004】CCDカメラによる画像情報は、夜間、霧、雨中で、走行障害物、車線（白線）の画像を得ることが困難である。仮に鮮明な画像を得ることができても、路面上の陰影、道路標識（横断歩道、中央分離線等）と障害物とを確実に判別認識することは困難であった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述の従来技術に対し、本発明の目的は下記の機能を持つ自動車の走行支援装置を提供することにある。

【0006】・夜間、霧、雨中でも、障害物の位置（自車からの距離と方向）を確実に検出する。

【0007】・曲線路を含めて、車の進行方向を広角度で走査し、前方障害物までの距離と障害物形状（四輪車、二輪車、人の判別）を検出する。

【0008】・前方障害物が、自車と同じ方向に走る車、対向車線を走る車、または静止物であるか、さらに、衝突回避動作の要否を判断してブレーキ等を自動的に作動させる。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的は、自車外のあ

る方向の画像を撮影する赤外センサと、前記赤外センサが撮影する方向へ電波を発射し、物体からの反射波を受けて前記物体までの距離と方向とを検出するレーダと、前記赤外センサで得られ情報と前記レーダで得られた情報を電子回路内で重ね合わせ手段と、前記レーダから得た物体が前記赤外センサの画像上の温点であるか否かを判断する判断手段と、前記判断手段の結果に基づいて、前記温点が自車の走行上の障害物か否かを判断する障害物判断手段と、を備えた自動車走行支援装置によって達成される。

【0010】また、上記目的は、自車外のある方向の画像を撮影する撮影装置と、前記撮影装置が撮影する方向へ電波を発射し、物体1からの反射波を受けて前記物体1までの距離1と方向1とを検出するレーダと、前記レーダで検出された前記物体1の前記距離1と前記方向1に対応する前記画像上の点の周辺を部分的に画像処理して、前記物体1を判別し、前記物体1の前記画像上の座標値1を得る手段と、前記撮影装置で撮影された画像の前記レーダ検知域外を画像処理して、そこにある物体2を判別し、前記物体2の前記画像上の座標値2を得る手段と、前記物体1の前記距離1と前記方向1と前記座標値1との関係を用いて、前記座標値2から前記物体2の距離2と方向2とを求める手段と、を備えた自動車走行支援装置によっても達成される。

【0011】また、上記目的は、自車外のある方向へ電波を発射し、物体からの反射波を受けて前記物体までの距離と方向とを検出するレーダと、前記レーダの情報から検出物体と自車との相対速度を得る手段と、前記相対速度と自車の車速を比較して、前記検出物体が自車と同一方向または逆方向に移動する物体、または静止物体の何れであるかを判断する手段と、自車と同一方向に移動する物体の位置または逆方向に移動する物体の位置または静止物体の位置から走行可能路を判断する手段と、を備えた自動車走行支援装置によっても達成される。

【0012】また、上記目的は、自車外のある方向の画像を撮影する撮影装置と、前記撮影装置が撮影する方向へ電波を発射し、物体1からの反射波を受けて前記物体までの距離1と方向1とを検出するレーダと、前記レーダで検出された前記物体1と自車との相対速度1を得る手段と、前記レーダで検出された前記物体1の前記距離1と前記方向1に対応する前記画像上の点の周辺を部分的に画像処理して、前記物体1を判別し、前記物体1の前記画像上の座標値1を得る手段と、前記画像の前記レーダ検知域外を画像処理して、そこにある物体2を判別し、前記物体2の前記画像上の座標値2を得る手段と、前記物体1の前記距離1と前記方向1と前記座標値1との関係を用いて、前記座標値2から前記物体2の距離2と方向2とを求める手段と、前記レーダ検知域外の前記物体2位置のフレーム毎の変化から自車との相対速度2を得る手段と、前記相対速度1または前記相対速度2と

自車の車速を比較して、前記物体1または前記物体2が自車と同一方向または逆方向に移動する物体、または静止物体の何れであるかを判断する手段と、自車と同一方向に移動する物体の位置と逆方向に移動する物体と静止物体の位置から走行可能路を判断する手段と、を備えた自動車走行支援装置によっても達成される。また、上記目的は、自車外のある方向の画像を撮影する撮影装置と、前記撮影装置が撮影する方向へ電波を発射し、物体からの反射波を受けて前記物体までの距離と方向とを検出するレーダと、前記レーダで検出された物体の距離と方向とに対応する前記画像上の点の周辺を部分的に画像処理して、前記物体を判別し、前記物体の前記画像上の座標値を得る手段と、前記物体の前記距離と前記方向と前記座標値との関係から、路面傾斜を求める手段と、を備えた自動車走行支援装置によっても達成される。

【0013】

【発明の実施の形態】図1は、可視光カメラまたは赤外カメラ1とレーダ距離計2を用いて、自車の走行方向に関係する障害物までの距離、方向を検出して、自動車の絞り弁開度、変速比、ブレーキを制御し、適切な車間距離を保持する自動定速走行装置のシステム図である。図2はカメラ1からの画像とレーダ距離計2の検知域の関係を示す。該カメラの視野角度は15～40度、レーダ距離計のビーム角度は3～12度であり、両者が検知する範囲は異なり、通常、カメラの検知範囲の方が広い。図3は可視光カメラまたは赤外カメラ1とレーダ距離計2の車載位置を示す。レーダ距離計2は車のボンネット前方のフロントグリルに設置し、特に赤外カメラの場合は、前方を撮影できるように車の屋根前方に設置するか、または図4のように、赤外カメラ1のカメラフード9をゴムパッキン10を介してフロントグラス8の上部から突き出す構造とする。これは、通常のフロントグラス材料は赤外線を透過しにくいので、フロントグラスを介さずに、前方の赤外画像を撮影するためである。さらに、可視光カメラまたは赤外カメラ1は、レーダ距離計2の上方Ydの位置、車の水平方向から角度θで下向きに設置されている。障害物検出回路6は、AD変換器等の入出力装置、コンピュータからなり、可視光カメラまたは赤外カメラ1の画像信号とレーダ距離計2の距離、方向、相対速度信号が入力され、検出回路6の電子回路上で、レーダ距離計2から検出した障害物位置（距離r、方向θ）を画像上の座標に変換して、図2に示すように、該座標点付近（即ち、レーダ距離計で検出した障害物位置に対応する画像上の位置）を部分的に画像処理して、温体部（相対的に温度が高い部分）の有無から障害物の存在を確認、さらに障害物形状を把握する。該障害物の位置はレーダ距離計により既知であり、よってレーダ検知域内の障害物の形状、自車から障害物までの距離がわかる。レーダ検知域外の赤外画像中の障害物については、レーダ検知域外を画像処理して温度が比較的高

い部分（温体部）を求め、画像上における該温体部の下端の座標を求め、前述のレーダ検知域内の赤外画像において求めたレーダから得た距離と対応物体の下端の画像上の座標値の関係を用いて、自車までの距離を得る。以上により赤外カメラで撮影されたすべての物体までの距離、方向が得られる。なお、赤外カメラは、非冷却型赤外カメラ（例えば、日経エレクトロニクス、1996年5月6日、20-21ページ記載）を使うと液体窒素等の冷却材が不要でかつ構造が簡単であり、車載用として好適である。レーダ距離計2は、図15～図18で説明する。上記の障害物までの距離、方向、相対速度と、さらに車速設定値、自車の車速、路面の摩擦係数、車間時間を入力して適正車間距離、適正車速の演算4を行う。この時、現在車速と車間距離及び該相対速度からブレーキを動作させないと衝突の可能性があると判断した時は、音声または表示による警報を出力する。さらに衝突の可能性がある歩行者を表示装置にて運転者に表示する。該適正車速を実現するトルク5を演算し、該トルクを得るように、絞り弁開度、変速比、ブレーキを制御する。上述の3、4、5の演算は、障害物制御回路6で行われる。ここで、車間時間とは、障害物（または前方車）までの距離を自車速で除算した値である。上述の制御は、システム作動スイッチがONの時、実施され、運転者がブレーキ、アクセルを動作した時解除される。該ブレーキ、アクセルの作動はペダルに取り付けられたスイッチにより検出される。

【0014】障害物検出回路6の信号処理のフローを図5により説明する。S1で自車のステア角、車速から自車の進行路を推定する（図6、図7で詳述する）。S2でレーダ距離計2から検知物体までの距離、方向、相対速度を読み込む。S3で、レーダ距離計の有効範囲内（距離計の精度が保証される出力信号内）に検知物体があるか否かを判断する。該レーダ距離計により物体が検知されない時はS4に進む。レーダ距離計が障害物を検知しない理由が、カーブ、車線変更のためであると判断される時は、S5に進み、現在の車速を維持するように絞り弁開度を制御する。S4で、前方に障害物がないと判断した時はS6にて定速走行装置に入力した目標車速となるように絞り弁開度を制御する。なお、カーブ、車線変更はナビゲーション装置、ステア角から判断する。S3にてレーダ距離計が物体を検知した時は、S7に進み、該物体がS1で得た推定走行路内にあり、かつ、物体までの距離を自車速で除算した値が所定値C1より小さい、即ち衝突の可能性があるかを判断する。なおC1の値は、通常1～2秒である。衝突の可能性がある時は、S8に進み、絞り弁を閉じ、ブレーキ圧を制御して減速させる。同時に運転者に表示装置、音により衝突の可能性を知らせる。S7にて、該除算値が所定値C1より大きい、即ち検知障害物が安全車間距離より遠くにあると判断した時は、S9に進む。S9では、図8、図9

にて詳述する方法により、レーダ距離計2が検出した物体位置（距離 r 、方向 θ ）に対応する赤外画像における該物体位置の座標（ x, y ）を求める。S10で、赤外カメラの画像データをADコンバータを介して読み込み、S11にて該対応する座標値周辺を部分的に2値化等の画像処理を行い温体部（相対的に温度が高い部分）を抽出して、該温体部を長方形で近似し、該長方形の面積、該長方形の下辺の画像上の座標値を求める。S11の詳細を図10に示す。S12では、S11で求めた該座標値とレーダ距離計信号の関係を求める（図11～図12で詳述する）。S13では、該赤外画像のうち、該レーダ距離計検知域外を図10のフローと同様の方法で画像処理して、得た物体を長方形で近似して、その下辺の座標値を求める。S14では、S13で求めた下辺の座標値からS12で求めた関係を用いて、自車から物体までの距離、方向を得る。S15ではレーダ距離計と画像から得た物体が静止物、自車と同じ方向に走行する車、または対向車線を走行する車であるかを判断する（図14で詳述する）。S16ではS1と同様に、自車のステア角、車速から自車の進行路を推定する。S17では、S15で求めた周囲の車の状況からS16で得た走行路を修正する。具体的には、図13に示すように、自車周囲の車、静止物を自車に固定した座標系（自車と共に運動する座標系）で表現して、静止物を含む左側と対向車を含む右側は走行不可域、自車と同じ方向に走る他車の周辺は走行可能域と判断する。S16で求めた進行路と該走行不可域外の和を走行路とする。S18で、

$$R_c = V/\omega$$

上述のステア角は、ハンドルの回転角で計測するが、該回転角には遊びがあり正確にはかるのは難しいのに対し、ヨーレイトは、センサを車体、特に障害物検出回路6内に取り付けて、比較的正確に求めることができる。ヨーレイトセンサから求める方法は、該曲率半径を正確に求め得る効果がある。

【0018】図8、図9は、図5のS9の詳細である。レーダ距離計2で測定した障害物までの距離と方向（ r, θ ）を車体固定座標（ X, Y, Z ）へ、次に画像座標系（ x, y ）へ変換するステップを説明する。車体固定座標系（ X, Y, Z ）は車両に対して固定された座

$$X = X_d - r \sin \theta$$

$$Y = Y_d$$

$$Z = Z_d + r \cos \theta$$

図9は車体固定座標系と画像座標系の関係を示す。画像座標系（ x, y ）の x 軸は車体固定座標系の X 軸に平行で逆方向、 y 軸は Y 軸と逆方向でカメラ1のふ角 ϕ だけ傾いている。カメラ2の焦点距離を F とすると、画像座標系の原点を車体固定座標系で表すと（ $0, F \sin \phi, F \cos \phi$ ）

$$x = -F X / (Z \cos \phi - Y \sin \phi)$$

$$y = -F (Y \cos \phi - Z \sin \phi) / (Z \cos \phi - Y \sin \phi)$$

式（2）（3）より、 X, Y, Z を消去して、式（4）

該走行路中（S17で求めた物）にカメラ1、レーダ距離計2で検知した物体があるか否かを判断する。ない時はS4へ進み、検知物体がある時はS19へ進む。S19では、検知物体までの距離を自車速で除算した値が所定値 C_6 より大きい時（即ち、衝突の可能性がない時）はS4へ進む。所定値 C_6 より小さい時はS50へ進み、S17で求めた走行路内で該検知物体の側方に通り抜け可能な空間があるか否かを判断する。通り抜け可能な時はS4へ進み、不可能な時はS8へ進む。

【0015】図6、図7は、図5のS1の詳細である。ステア角と車速等から前方の走行路を予測するもので、図6はステア角 θ_0 とホイールベース b から走行路の曲率半径 R_c を求めて、自車が通り抜け可能な幅 L を考慮して走行路を予測する方法である。該予測走行路は、障害物検出回路6（図3）内で、自車に固定した座標で表し、ビーム角 θ_1 のレーダ距離計2で検出された物体が該予測走行路内にあるか否かをS2、S3（図5）で行う。なお予測の周期が長いと実際の走行路から大きくなれるので、該周期を短くする必要がある。図7は図6の変形例で、ステア角 θ_0 と車速 V から走行路の曲率半径 R_c を求めて、自車が通り抜け可能な幅 L を考慮して走行路を予測する方法である。なお、 ΔT は、走行路予測の計算の時間刻みである。

【0016】さらに、車体に取り付けたヨーレイトセンサの信号 ω と車速 V から式（1）により走行路の曲率半径 R_c を求めても良い。

【0017】

… (1)

標系で、原点O（0, 0, 0）は赤外カメラ1のレンズの中心、車両進行方向を Z 軸とする右手座標系である。

【0019】図8に示すように、レーダ距離計2の信号（ r, θ ）は極座標系で、 θ は車体固定座標系の Z 軸から反時計回りとし、かつレーダ距離計2の信号（ r, θ ）の原点（レーダ距離計の設置位置）を車体固定座標系では（ X_d, Y_d, Z_d ）とすると、レーダ距離計で検知した物体の位置 P は、車体固定座標系では、式（2）となる。

【0020】

… (2)

$-F \cos \phi$ となる。車体固定座標系の点 P （ X, Y, Z ）が画像上に写された時の画像座標系上の点 q （ x, y ）は式（3）で表せる。

【0021】

… (3)

を得る。

【0022】

$$\begin{aligned}
 x &= -F(Xd - r \sin \theta) / ((Zd + r \cos \theta) \cos \phi - Yd \sin \phi) \\
 y &= -F(Yd \cos \phi - (Zd + r \cos \theta) \sin \phi) / ((Zd + r \cos \theta) \cos \phi \\
 &\quad - Yd \sin \phi) \\
 &\quad \cdots (4)
 \end{aligned}$$

式(4)に、レーダ2で検知した障害物Pの距離、方向(r, θ)を代入すると、障害物Pの画像上の座標値(x, y)を求めることができる。なお、カメラ1のレンズの焦点距離F、ふ角 ϕ 、レーダ信号の原点(Xd, Yd, Zd)は一定値であるが、ふ角 ϕ 、カメラの高さYdは、車体姿勢、路面傾斜により変化して、画像上の座標値(x, y)とレーダ信号(r, θ)の関係に大きく影響する。

【0023】図10は、図5のS11の詳細である。S20で2値化のしきい値を求める。先行車、歩行者は周囲に比べて温度が高いので、赤外画像中において輝度値の高い領域となる。レーダ距離計信号が所定値以上の時は、自車の直前は道路であり、入力画像の中から自車直前部分を切り出し、その輝度値の平均値を求める。該平均値を2値化のしきい値とする。S21で、S9の処理に基づき、画像処理をする画像領域を設定する。S22で赤外画像を2値化して、先行車、歩行者を背景から分離する。S23で2値化された画像に対して走行障害物(人、動物)以下の大きさの部分はノイズとして除去する。S24で温体部を含む外接長方形を求めてその面積を求める。該温体部は、必ず路面に接していると仮定して、S25で該長方形の下辺の画像上の座標値を求める。S26で、画像上における該長方形の面積に距離の2乗をかけて、実際の面積を求める。S27で該実際の面積と所定値を比較して、四輪車、二輪車、人かを判別する。

【0024】図5のS12の詳細を図11、図12により説明する。図11に示すように、前方が下り坂の時、画像上の物体位置の縦方向座標は下方に移動、登り坂の時、画像上の物体位置の縦方向座標は上方に移動する。従って、画像上の物体位置の縦方向座標のみでは距離を得られない。しかし、該移動は、式(3)のふ角 ϕ (図3参照)の変化で近似できる。本発明では、レーダ検知域と赤外画像が重なる範囲にある物体のレーダ距離計の信号(r, θ)と画像上の位置(長方形の下辺の位置(x, y))とを用いて、ふ角 ϕ 、赤外カメラの高さYdを適宜求めて、更新された ϕ とYdを用いて画像上の位置から距離を求める。

【0025】図12は、該 ϕ とYdを求めるフローである。S28は初期化処理、S29で、 ϕ とYdを更新可能か否かを判断する。自車が突起を乗り越え上下振動する時、急加速、減速により一時的に車体姿勢が変化する時は、一時的状態であるので、 ϕ とYdを更新しない。該上下振動は車体に取り付けた加速度センサから、該急加速、減速は、アクセル踏角、ブレーキ踏角から判断す

(1) 相対速度<-1 * 自車速の時

る。S30でレーダ距離計の信号(r, θ)と画像上の位置(x, y)のデータ数を決める。レーダ距離計検知域内で、レーダ距離計2とカメラ1共に有効に検知できたデータ数N1を決める。S31では、上記(r, θ)と(x, y)を式(2) (3)に代入して、該 ϕ とYdを求める。但し、焦点距離F、カメラ位置Xd, Zdは定数であり、あらかじめコンピュータに記憶してある。S32で、得られた ϕ とYdが所定値内であるかを判断し、所定値外である時は、最も近い所定値C2, C3, C4, C5にする(S33)。これは、S31で更新する ϕ とYdが異常値となるのを防ぐ目的である。S34では、S32, S33で得られた ϕ とYdを記憶する。S31からS35をN1回繰り返して、S37で、毎回得られた ϕ とYdの平均値を更新値として記憶する。S38では、該得られた ϕ と基準値 ϕ_0 (ϕ_0 は平坦路におけるふ角 ϕ で、予めコンピュータに記憶されている)との差から路面傾斜 ϕ_1 を求め、記憶する。該路面傾斜は、定速走行制御の絞り弁開度の決定や、変速機の変速比の決定の際に使う。図12では、 ϕ とYdの2ヶを求めたが、簡便には、ふ角 ϕ の算出だけでも良い。その時は、式(3)の内、下段の式を用いて、画像上の物体の縦方向座標yからふ角 ϕ を求める。

【0026】図5のS14の詳細を説明する。S13で得られたレーダ検知域外の画像中の物体の下辺の座標値(x, y)を式(3)において、 $Y=0$ とおいた式に代入して、車体固定座標での物体位置($X, 0, Z$)を求め、該($X, 0, Z$)を式(2)に代入して、自車から物体まで距離 r 、方向 θ を求める。

【0027】上記構成により路面傾斜、車体姿勢によらず、赤外カメラで撮影されたすべての物体までの距離、方向を精度良く距離を検出できる。

【0028】図13、図14は、図5のS15の詳細である。自車前方には、図13に示すように、同じ方向に走る車、対向車線を走る車、静止物(停車中の車、ガードレール、歩行者等)がある。レーダ距離計2は、自車のフロントグリルに取り付けられ、該前方車、静止物までの距離、方向、相対速度を検出する。レーダ距離計検知域外のカメラ1の画像中の物体については、S14の処理により距離、方向を得、画像のフレーム毎の物体位置の変化から自車との相対速度を求める。

【0029】以下、上記の並走車、対向車、静止物の判断の方法を示す。

【0030】相対速度=前方車の車速-自車速であるから

前方物体は自車に向かって走る車

(2) 相対速度 = $-1 * \text{自車速}$ の時
 (3) 相対速度 $> -1 * \text{自車速}$ の時

となる。なお、車速の符号は、自車の進行方向をプラスとする。処理フローを図14に示す。S40でレーダ距離計2から検知物体までの距離、方向、相対速度を読み込む。S41においてS14で求めたレーダ距離計検知域外の画像中の物体の位置を読み込み、かつ自車との相対速度を演算する。S42で、該相対速度と自車の車速に-1を乗じた値との大小を比較する。該相対速度の方が小さい時は、検知物体は自車に向かってくる車であると判断する(S43)。逆に該相対速度の方が大きい時は、検知物体は自車と同じ方向に走る車であると判断する(S46)。該相対速度と自車の車速に-1を乗じた値とがほぼ等しい時、検知物体は静止物であると判断する(S45)。 ϵ は、歩行者等の低速で移動する物体は静止物であると判断するために用いるしきい値である。

【0031】図15、図16はレーダ距離計2の取付け図である。レーダ距離計2は平面アンテナ内に送受信回路が内蔵された平板型の構造である。図15は車の正面の両端に電波式距離計(2a, 2b)を距離し1だけ離して設置した例である。電波ビームの広がり角 $\theta 10$ は、アンテナの大きさと電波の周波数で決まるが $\pm 2 \sim 6$ 度程度で、アンテナ面に垂直に電波ビームが出ていく。レーダ距離計2が1ヶの場合に比べて、車の両端に設置することにより広範囲の先行車及び障害物を検出できる。レーダ距離計2の原理はUSP5402129の図4、図5で開示された方式を用い、前方物体までの距離、方向、相対速度が得られる。レーダ電波は、前方物体のレーダ反射断面積、アンテナビーム幅の影響を受けて、図15中、太い実線で示す方向に反射し、その結果距離、方向信号として(r_1, θ_1), (r_2, θ_2)を出力する。図16は平面アンテナ3ヶ(2a, 2b, 2c)を角度 $\theta 11$ 傾けて車の正面中央部に設置した実施例である。図15と同様に、各アンテナ毎に、前方物体までの距離、方向信号として、それぞれ(r_1, θ_1), (r_2, θ_2), (r_3, θ_3)の信号が得られる。

【0032】図15、図16の構成により、距離、方向信号(r_1, θ_1), (r_2, θ_2), (r_3, θ_3)を得て、これらとレーダ距離計2の設定定数(距離 L_1 、設置角度 $\theta 11$)から、前方物体の概略形状、位置を把握できる。

【0033】図17は図15のレーダ距離計2の電子走査の構成である。2組のレーダ距離計からなり、その内の1組を以下説明する。発信器19でマイクロ波、ミリ波に相当する波長の電波が作られ、送受信切り替え器18、前値比較器17を通ってアンテナ15, 16からアンテナ面に直角に送信される。送信電波は前方障害物で反射され、その反射波はアンテナ15, 16で受信する。アンテナの送信受信の制御は、DSP(Digital Signal Processor)27からの信号により、送受信切り替

前方物体は静止物

前方物体は自車と同じ方向に走る車

え器18で行われる。18は低損失のGaAsスイッチICを用いる。前値比較器17でアンテナ15, 16の受信信号の和(Σ)と差(Δ)を求める。前値比較器17は2ヶのフィードホーンと導波管によって接続し、高周波のまま、和信号、差信号を合成する立体回路である。和(Σ)と差(Δ)信号は送受信切り替え器18を通ってそれぞれ増幅器20, 21で増幅され、和信号は信号処理回路24で発振器19の信号と混合して、ドップラビート信号を得、マルチプレクサ25に入力する。さらに、和信号と差信号の比を Δ/Σ 検出器23で演算してマルチプレクサ25に入力する。ADコンバータ26, DSP27で、周波数分析、位相差検出、和信号と差信号の比と角度の関係により、前方障害物との相対速度 ΔV 、距離 r 、方向 θ を求めて、通信IC28を介して障害物検出回路6へ出力する。2組目のレーダ距離計も図のように全く同じである。2ヶのレーダ距離計はDSP27から送受信切り替え器18へ信号を送って交互に作動させる。

【0034】なお、前値比較器17から信号処理回路24, Δ/Σ 検出器23までの回路はマイクロ波、ミリ波を扱うので、寄生インダクタンスを生じないように、可能な限り单一の半導体チップ上にトランジスタ、容量、インダクタンス、平面状線路(スロット線路、コプレーナ線路)が集積化されている。アンテナは車載用に、薄型、軽量であるプリントアンテナを用い、かつ給電用線路を短く構成して給電ロスを低減する。図17の回路は、送受信切り替え器18を用いずに特開平8-105963号で開示のように、送信アンテナと受信アンテナをそれぞれ別に設けた方式でも良い。

【0035】図18は図16のレーダ距離計2の電子走査の構成である。2ヶのアンテナ15, 16を1組とし、外部に向かって角度 $\theta 11$ で電波を放射するように3組のアンテナを設ける。該3組のアンテナは近接しているので、図17の送受信切り替え器18以降の回路を該3組で共通にしたものである。図17と同じ番号を附加した部分は同一の機能を持つ。発信器19でマイクロ波、ミリ波に相当する波長の信号が作られ、送受信切り替え器18、前値比較器17を通ってアンテナ15, 16からアンテナ面に直角に送信される。送信電波は前方障害物で反射され、その反射波はアンテナ15, 16で受信する。アンテナの送信受信の制御は、DSP27からの信号により、送受信切り替え器18で行われる。18は低損失のGaAsスイッチICを用いる。前値比較器17でアンテナ15, 16の受信信号の和(Σ)と差(Δ)を求める。前値比較器17は2ヶのフィードホーンと導波管によって接続し、高周波のまま、和信号、差信号を合成する立体回路である。和(Σ)と差(Δ)信号は送受信切り替え器18を通って、マルチプレクサ2

2で各アンテナ毎に和(Σ)と差(Δ)信号が選ばれ、それぞれ増幅器20, 21に接続する。マルチプレクサ22はDSP27の信号で制御され、距離測定が必要なアンテナが選ばれる。和信号は信号処理回路24で発振器19の信号と混合して、ドプラビート信号を得、マルチプレクサ25に入力する。さらに、和信号と差信号の比を Δ/Σ 検出器23で求めてマルチプレクサ29に入力する。該ドプラビート信号及び和と差信号の比は、DSP27の信号でADコンバータ26, DSP27に適宜入力されて、前方障害物との相対速度 ΔV 、距離 r 、方向 θ を求めて、通信IC28を介して障害物検出回路6へ入力する。3組のアンテナはDSP27から送受信切り替え器18へ信号を送って交互に作動、または必要なアンテナを作動させて必要な方向の相対速度、距離、方向を測定する。上記のように、2組以上の受信アンテナを用いれば、前方物体の概略形状を得られる効果がある。また、時分割動作により回路の重複を回避でき、レーダ距離計の回路構成が簡単になる効果がある。

【0036】以上の実施例では、赤外カメラとレーダ距離計の組み合わせについて記載したが、可視光カメラの画像とレーダ距離計の組み合わせでも同様の効果が得られる。

【0037】

【発明の効果】レーダ距離計と画像を組み合わせることにより、画像の3次元化、即ちカメラで撮影されたすべての物体までの距離、方向、自車との相対速度を得ることができ。かつ、画像処理により該物体の大きさもわかり、走行可能空間、衝突の可能性の判断もできる。また両者の対応関係を取ることにより検知部の診断が可能であり、誤検出を低減できる。さらに、レーダ距離計が検出した物体の対応する画像位置周辺のみを部分的に画像処理するので画像処理も早い効果がある。

【0038】さらに、画像として赤外カメラ画像を用いると、レーダ、赤外カメラ共に昼夜、雨霧中で測定可能であり、かつ赤外画像は可視画像に比べると、熱分布に

よる特徴抽出ができるため、路面上の標識、陰影等のノイズがなく、人、車等の熱源形状を簡単に正確に得られる効果がある。よって、夜間、霧等の悪条件下における、ドライバ視覚支援装置として効果を持つ。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のシステム図である。

【図2】赤外カメラの画像とレーダ距離計の検知域の関係を示す。

【図3】赤外カメラとレーダ距離計の車載位置を示す。

【図4】赤外カメラの車載位置を示す。

【図5】障害物検出回路6の信号処理のフローである。

【図6】図5のS1の詳細である。

【図7】図5のS1の詳細である。

【図8】図5のS9の詳細である。

【図9】図5のS9の詳細である。

【図10】図5のS11の詳細である。

【図11】図5のS12の詳細である。

【図12】図5のS12の詳細である。

【図13】図5のS17の説明図である。

【図14】図5のS15の説明図である。

【図15】レーダ距離計2の取付け図である。

【図16】レーダ距離計2の取付け図である。

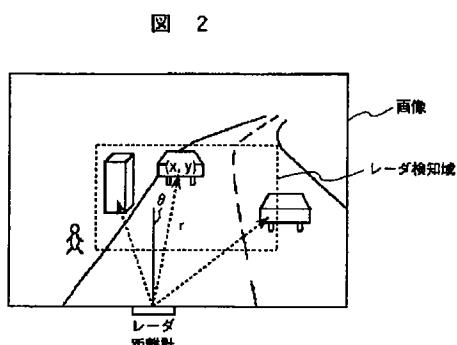
【図17】図15のレーダ距離計2の電子走査の構成である。

【図18】図16のレーダ距離計2の電子走査の構成である。

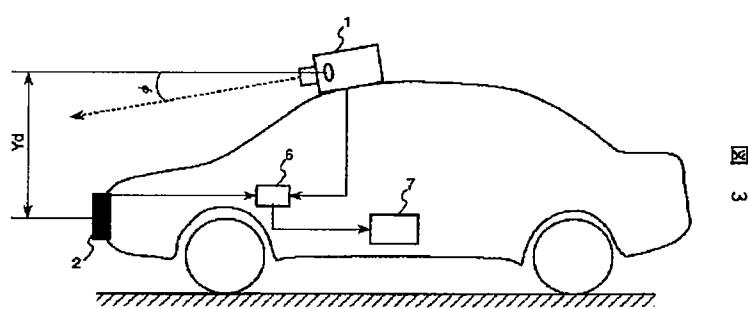
【符号の説明】

1…可視光カメラまたは赤外カメラ、2…レーダ距離計、6…障害物検出回路、7…駆動力制御回路、8…フロントグラス、9…カメラフード、10…ゴムパッキン、15, 16…アンテナ、17…前値比較器、18…送受信切り替え器、19…発信器、20, 21…増幅器、23… Δ/Σ 検出器、24…信号処理回路、25…マルチプレクサ、26…ADコンバータ、27…DSP、28…通信IC。

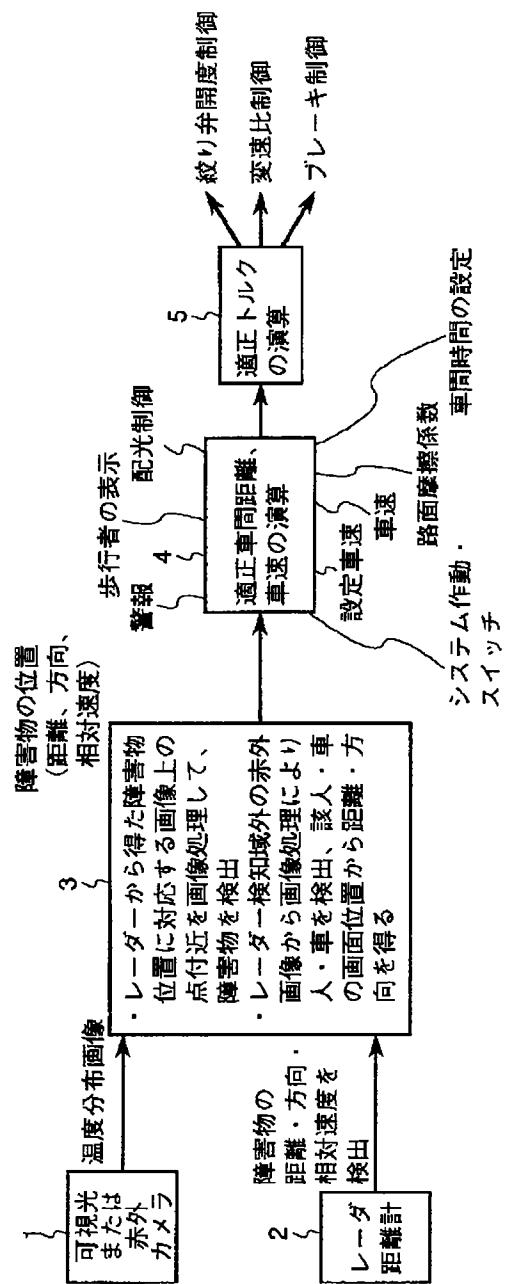
【図2】



【図3】

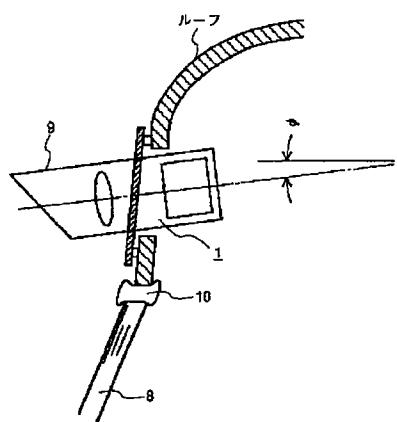


【図1】

図
1

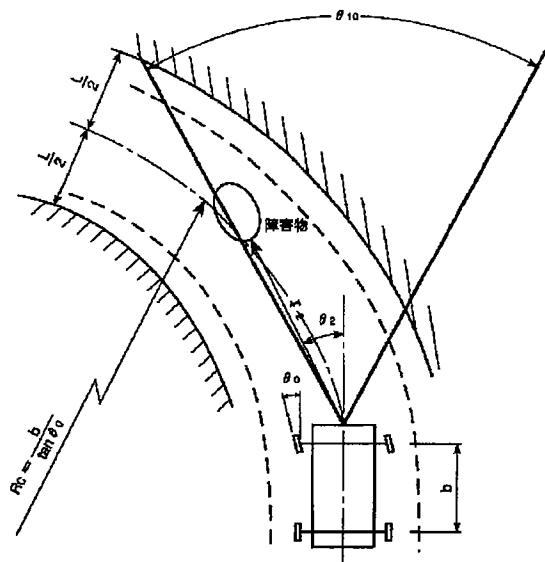
【図4】

図 4



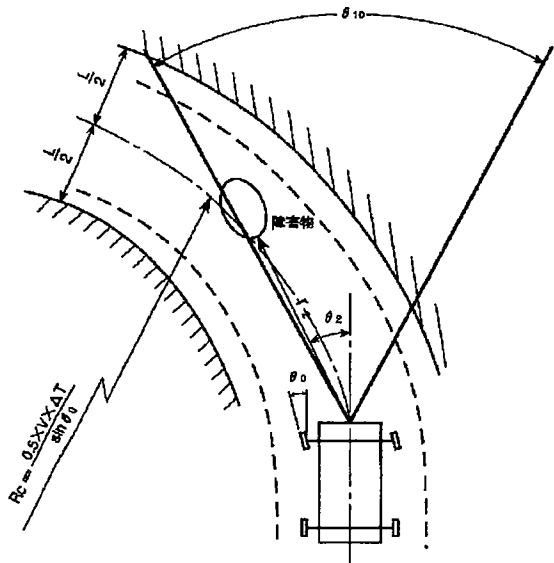
【図6】

図 6



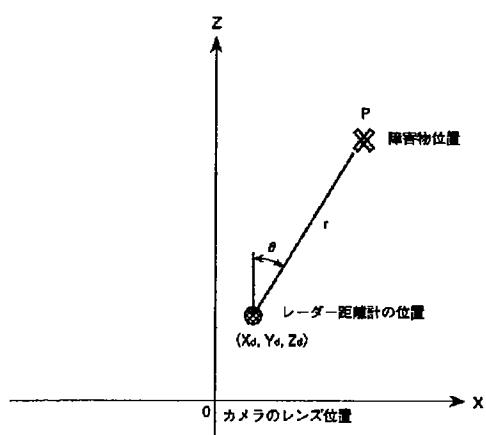
【図7】

図 7



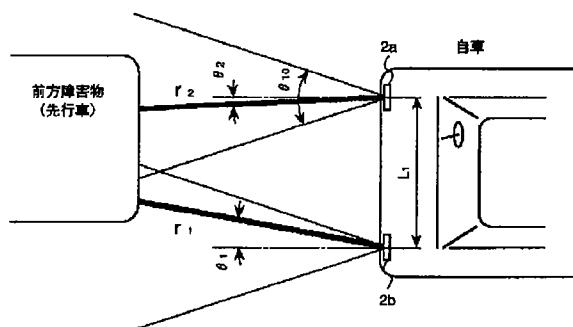
【図8】

図 8



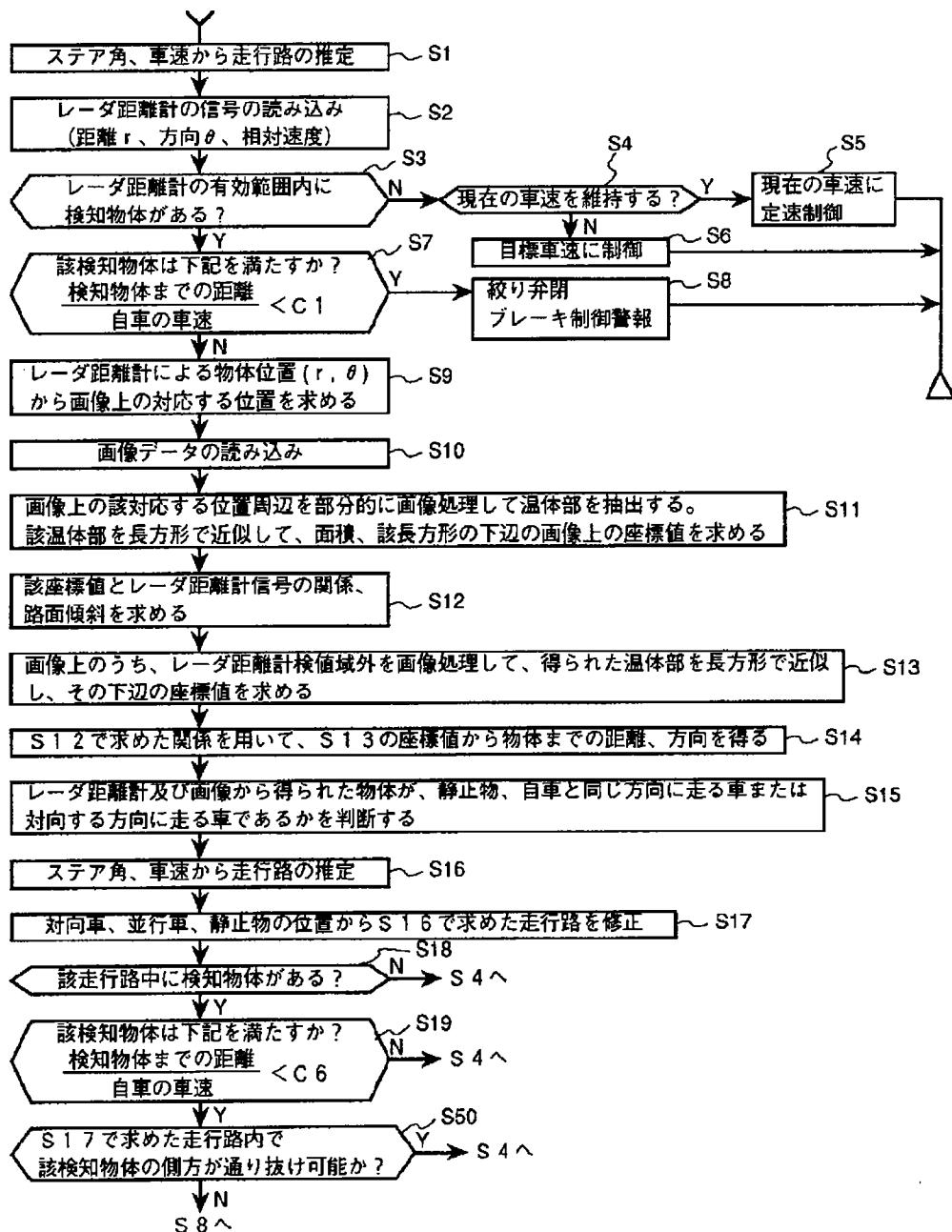
【図15】

図 15



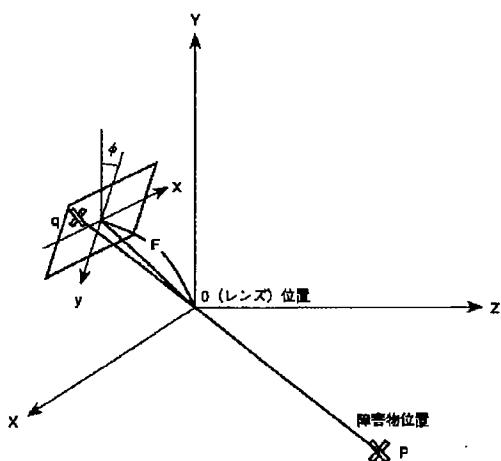
【図5】

図 5



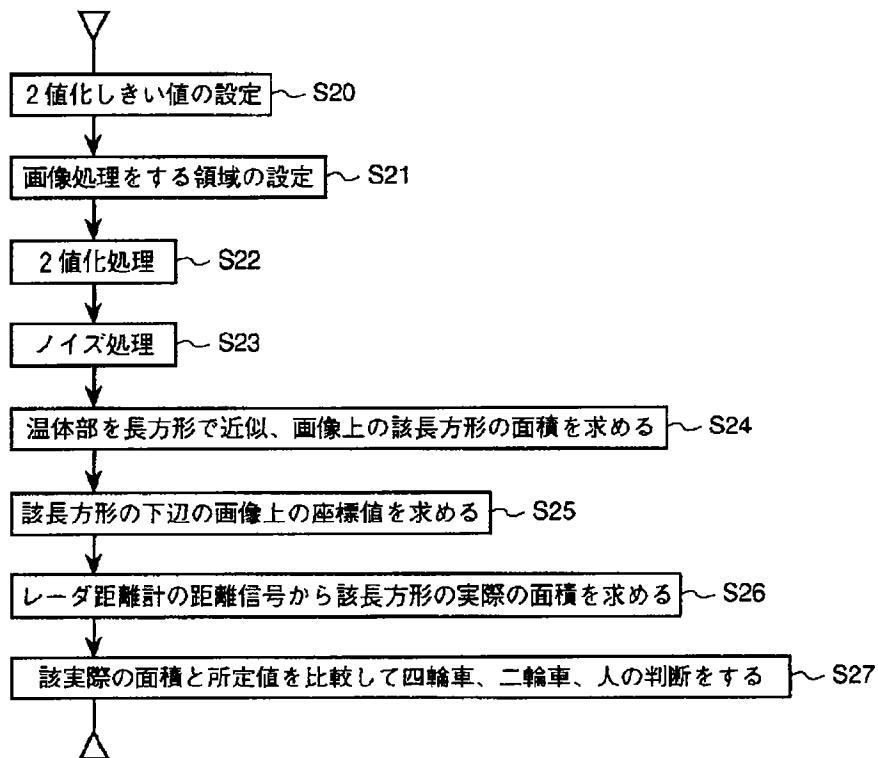
【図9】

図 9

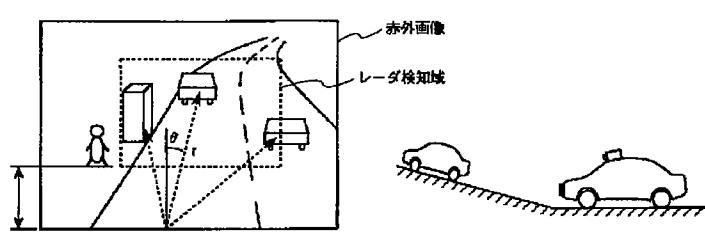
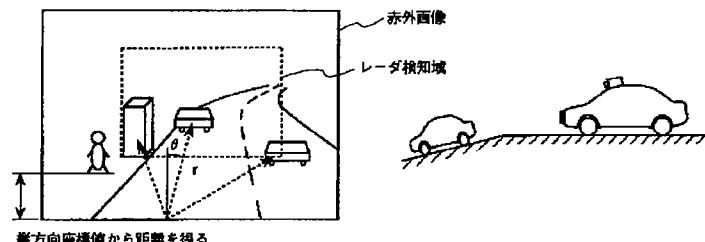


【図10】

図 10

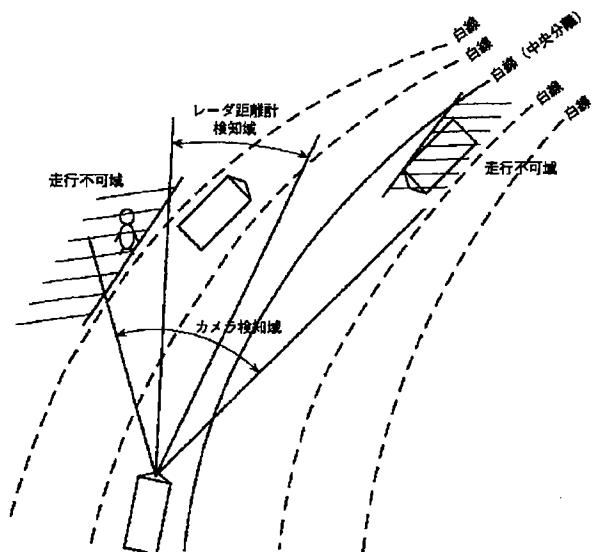


【図11】



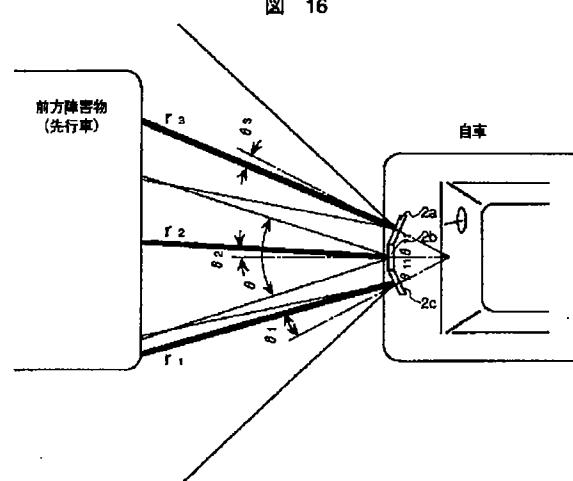
【図13】

図 13



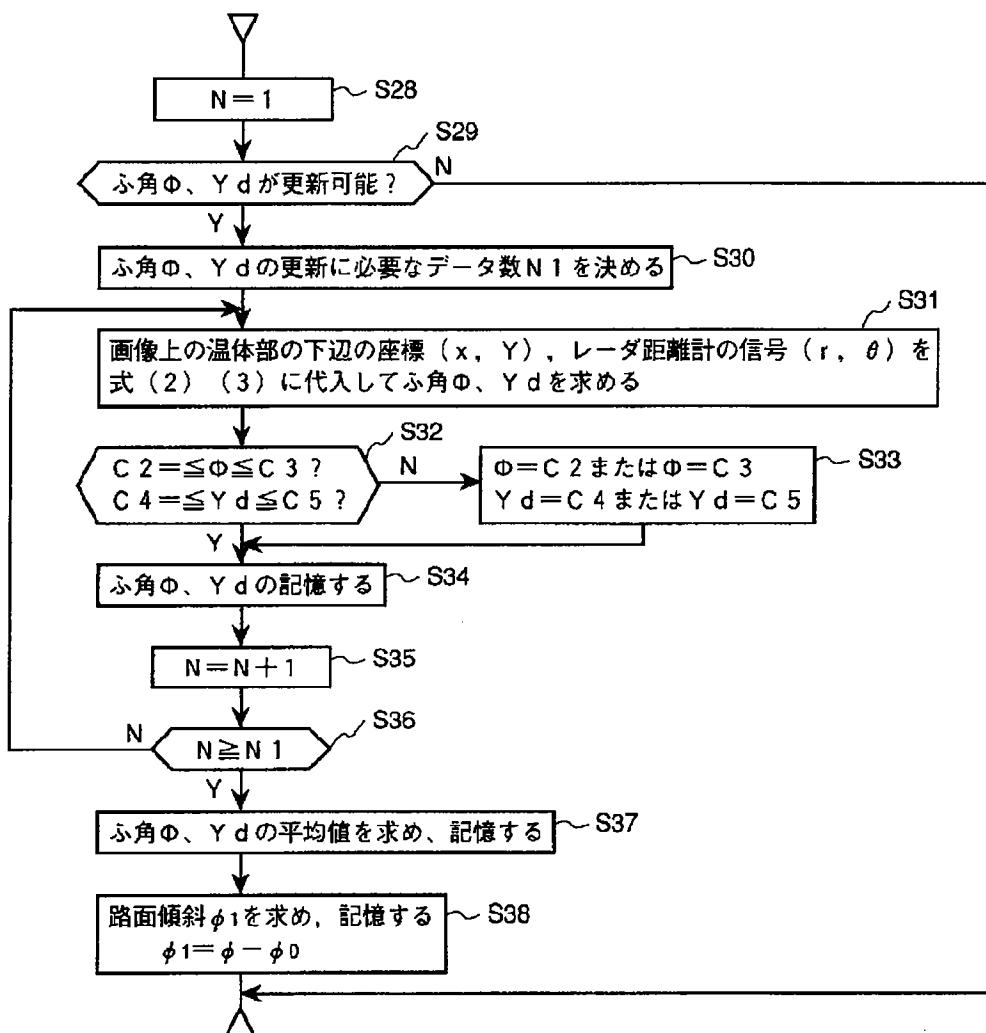
【図16】

図 16



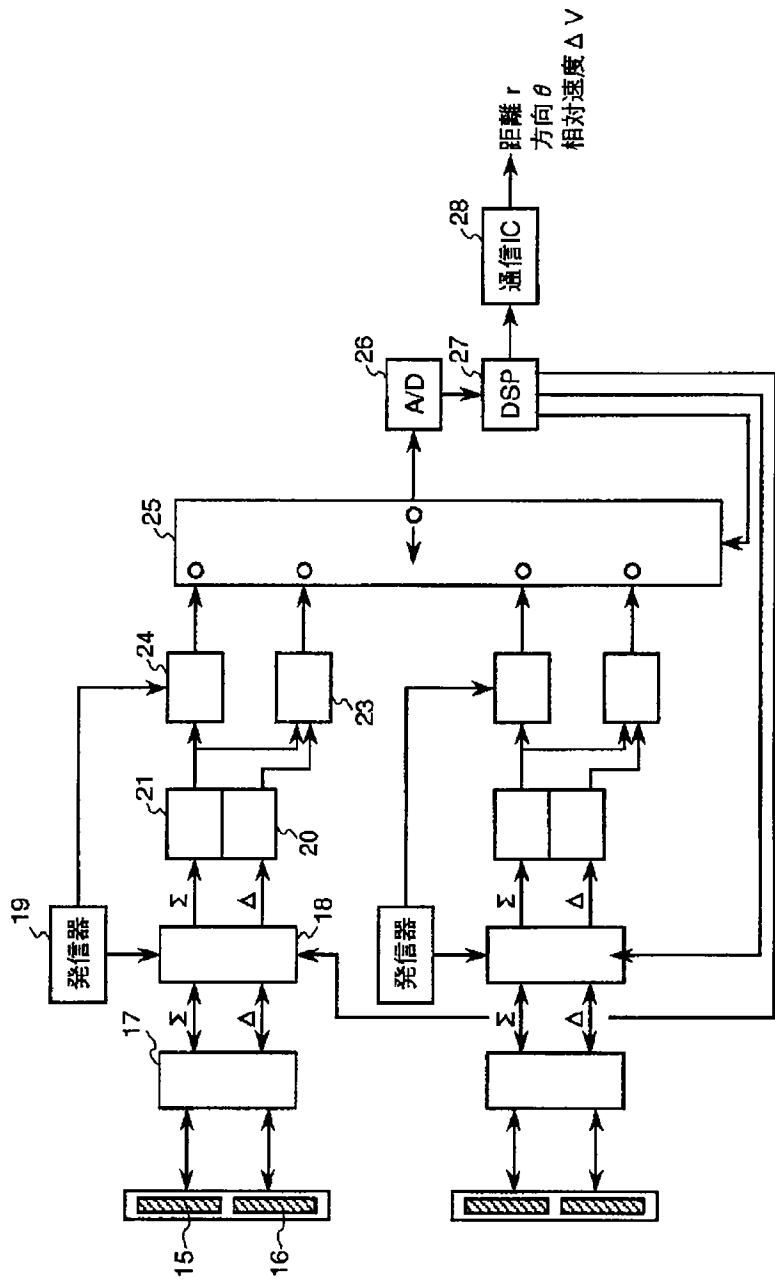
【図12】

図 12



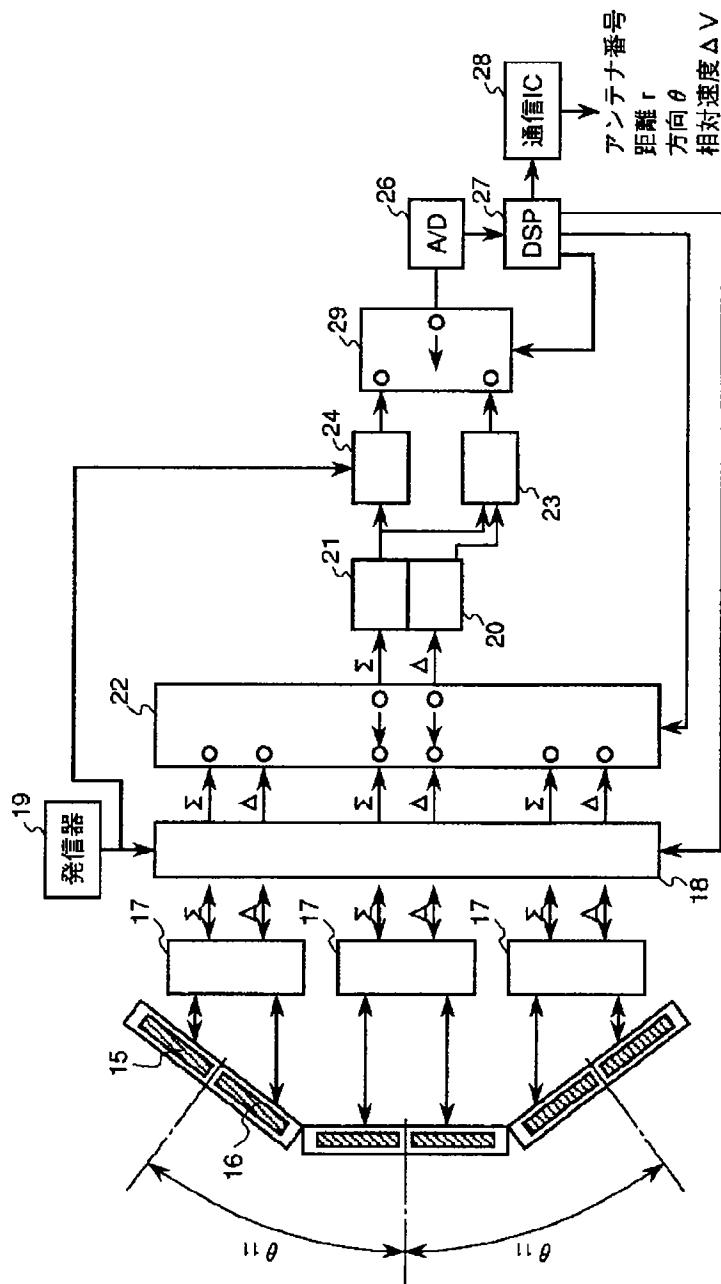
【図17】

図 17



【図18】

図 18



フロントページの続き

(72)発明者 大山 宜茂

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内